

нижней ножевой головке, были сменены после прохождении пути резания 25309,44 м. Не перетачиваемые ножи сохраняли работоспособное состояние в течение всей рабочей смены, при этом путь резания составил у резцов на правой и левой боковых головках 30816 м, а на верхней ножевой головке 31636,8 м. Интенсивность изнашивания твердосплавных ножей составила 0,0006...0,001 мкм/м, стальных - 0,0024 мкм/м. Соответственно износостойкость твердосплавных ножей составила 1000...1667 м/мкм, стальных – 417 м/мкм.

Библиографический список

1. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.
2. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст] / В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов // Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г./ Пензенский гос.техн.ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-278.
3. Новоселов В.Г. Расчет безотказности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции "шероховатость поверхности" [Текст] /В.Г.Новоселов// Изв. Санкт-Петербургской лесотехн. акад. СПб, 2006.- Вып. 3.- С. 178-184.
4. Новосёлов В.Г. Теоретическое исследование надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст]/ В.Г.Новосёлов, Т.В.Полякова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 20-21 сентября 2006 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2006. С.108-114.
5. Новоселов В.Г. Теоретическое исследование надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции "шероховатость поверхности" [Текст]/ В.Г.Новосёлов, И.Т.Рогожникова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 20-21 сентября 2006 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2006. С.117-122.

Пашков В.К., Захаров А.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

РАСЧЕТ СИЛ РЕЗАНИЯ ФРЕЗЕРНО-ОБРЕЗНЫХ СТАНКОВ **THE CUTTING FORCE CALCULATION OF CHIPPER-EDGER**

На участках формирования сечений пиломатериалов широко используются линии агрегатной переработки лесоматериалов. В составе этих линий применяют фрезерно-брусующие станки ФБ-3, ФБС-750, фрезерно-обрезные станки Ц2Д-1Ф, Ц3Д-7Ф, Ц2Д-5АФ. В качестве режущего инструмента в станках используются торцово-конические фрезы – режимы резания названных станков с торцово-коническими мало-

ножевыми коническими фрезами рассмотрены в работе [1] и отдельно в [2] для станков модели ФБС-750 и в [3] станков модели Ц2Д-1Ф.

Если расчеты связанные с оценкой сил резания при пилении прорезными пилами торцово-конических фрез по зависимостям [4] являются общепринятыми, то в выражениях для сил резания или фрезеровании щепы следует остановиться. Структура этих выражений различна, хотя они получены для процесса одного технологического назначения. Например, зависимости для расчета средней касательной силы резания \bar{F}_x на дуге фрезерования и осевой силы резания \bar{F}_{oc} в работах [1, 2, 3]. Расчетные значения касательных составляющих сил резания определенных по разным методикам существенно отличаются по величине.

Они отличаются и от экспериментальных результатов исследования сил резания в станке Ц2Д-1Ф в работах [5, 6, 7]. В этих работах установлены ряд важных зависимостей. Силы резания \bar{F}_x , \bar{F}_{oc} пропорциональны ширине фрезерования $b_{фр}$ и толщине доски h . Подтверждены заключения работы [1] о незначительности нормальной силы $\bar{F}_z = 0$.

Для принятых условий исследований выполненных в работе [5] определена удельная сила резания $\bar{F}_{уд.фр.}$ на дуге контакта ножа в древесине.

Удельная сила резания $\bar{F}_{уд.фр.} = 0,72 \text{ Н/мм}^2$, а касательная сила резания на дуге фрезерования на резец определится по формуле

$$\bar{F}_{xzфз.} = \bar{F}_{уд.фр.} \cdot b_{фр} \cdot h \quad (1)$$

Для других режимов резания и параметров обработки необходимо ввести поправочных коэффициенты [3]:

p_i – коэффициент, учитывающий влияние длины щепы, принимается по табл. 1;

p_ϕ – коэффициент, учитывающий влияние угла встречи. Для углов $110^\circ - 130^\circ$ принимается равным 1;

p_w – коэффициент, учитывающий влияние влажности, принимается по табл. 2;

p_n – коэффициент, учитывающий влияние породы древесины, принимается для сосны и ели равным 1, для березы 1,1.

Таблица 1

Порода	Коэффициенты	Длина щепы $z_{щ}$, мм				
		5	10	15	20	25
Сосна	p_i	0,617	0,785	0,905	1,0	1,08
Береза	p_i	0,61	0,78	0,9	1,0	1,08
Ель	p_i	0,465	0,68	0,85	1,0	1,13

Таблица 2

Коэффициент	Влажность древесины, %				
	20	30	40	60	80
p_w	1,1	1,07	1,04	1,02	1,0

Тогда выражение (1) в общем случае примет вид

$$\bar{F}_{xz\phi p.} = \bar{F}_{y\phi. \phi p.} b_{\phi p} h a_{\text{поп}} \quad (2)$$

где $a_{\text{поп.}} = p_i p_\phi p_w p_n$

Касательная окружная (средняя) сила фрезерования определяется по формуле

$$\bar{F}_{x\phi p.} = \bar{F}_{xz\phi p.} \frac{z\varphi_k}{360} \quad (3)$$

где φ_k – угол контакта ножа с древесиной; $\varphi_k = 46^\circ$.

Осевая сила резания \bar{F}_{oc} по данным [3] колеблется в широких пределах. Силы зависят от размеров обработки и с уменьшением h и $b_{\phi p}$ уменьшаются и осевые силы. Средние значения сил \bar{F}_{oc} на дуге контакта для исследованных параметров обработки в диапазоне технической характеристики станка Ц2Д-1Ф приведены в таблице 3.

Зависимость средней осевой силы резания $\bar{F}_{oc} = 0,5\bar{F}_{\text{макс}}$ от параметров h и $b_{\phi p}$ установим по методике, принятой для определения касательной силы резания. Для этого для каждой группы толщин досок 26,7 мм; 29,5 мм и 39 мм определим удельную осевую силу резания на дуге контакта $\bar{F}_{y\phi. oc.}$, Н/мм² по формуле

$$\bar{F}_{y\phi. oc.} = \frac{\bar{F}_{oc. cp.}}{h_{cp} b_{\phi p}} \quad (4)$$

Расчеты $\bar{F}_{y\phi. oc.}$ выполняются отдельно по левой и правой фрезерным головкам, для обеих головок по каждой группе толщин досок. Затем определяем среднее значение удельной осевой силы резания $\bar{F}_{y\phi. oc.}$ для всех групп толщин досок по формуле

$$\bar{F}_{y\phi. oc.} = \frac{\sum F_{iy\phi. oc.}}{n} \quad (5)$$

где n – количество групп толщин досок, $n = 3$.

Все расчеты сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет осевых сил при фрезеровании

Толщина, h_{cp} , мм	Левая головка			Правая головка			Среднее двух го- ловок, $\bar{F}_{y\phi. oc.}$
	$b_{\phi p. cp.}$, мм	$\bar{F}_{oc. cp.}$, Н	$\bar{F}_{y\phi. oc.}$, Н/мм ²	$b_{\phi p. cp.}$, мм	$\bar{F}_{oc. cp.}$, Н	$\bar{F}_{y\phi. oc.}$, Н/мм ²	
39,0	87,5	1075	0,315	92,5	945	0,276	0,299
29,5	85,5	795	0,315	86,0	800	0,315	0,315
26,7	80,0	617	0,288	73,0	557	0,288	0,288
Среднее значение удельной осевой силы $\bar{F}_{y\phi. oc.} = 0,30$ Н/мм ²							

Расчеты показывают, что средняя удельная осевая сила резания на дуге контакта ножа с древесиной $\bar{F}_{уд.ос.} = 0,30 \text{ Н/мм}^2$, ее отклонения от среднего значения в зависимости от параметров обработки не превышают 5%. Это свидетельствует, что осевая сила резания $\bar{F}_{ос.}$ изменяется пропорционально изменению h и $b_{фр.}$. Таким образом, структура формулы для расчетов $\bar{F}_{ос.ср.}$ будет аналогичной формуле (3) определения касательной силы резания.

Средняя осевая сила резания $\bar{F}_{ос.ср.}$ на дуге контакта ножа с древесиной определяется по формуле

$$\bar{F}_{ос.ср.} = \bar{F}_{уд.ос.} h b_{фр.} a_{поп} \quad (6)$$

где $a_{поп.} = p_i p_\phi p_w p_n [3]$.

Осевая сила на обороте фрезы $\bar{F}_{ос.}$ будет равна

$$\bar{F}_{ос.} = \bar{F}_{ос.ср.} \frac{z \varphi_k}{360} \quad (7)$$

где φ_k – угол контакта ножа с древесиной; $\varphi_k = 46^\circ$.

Библиографический список

1. Боровиков Е.М. Лесопиление на агрегатном оборудовании. [Текст]/ Е.М. Боровиков, Л.А. Фефилов, В.В. Шестаков. – М., Лесная промышленность, 1985. – 216 с.
2. Руководящие технические материалы. Режимы резания фрезерно-брусующего станка с малоножевыми фрезами. [Текст] / И.С. Дружин, Л.А. Фефилов. – Архангельск: изд. ЦНИИМОД, 1986. – 24 с.
3. Руководящие технические материалы. Режимы резания фрезерно-обрезных станков [Текст] / И.С. Дружин, Г.В. Кудряеми. – Архангельск: изд. ЦИИНМОД, 1986. – 99 с.
4. Руководящие технические материалы по определению режимов пиления древесины плоскими круглыми пилами. [Текст] / Ю.М. Стахийев, В.К. Пашков и др. – Архангельск, ЦНИИМОД, 1986. – 71 с.
5. Исследование и совершенствование фрезерно-обрезных станков. Отчет о НИР (промежуточный) / УЛТИ; Руководитель В.К. Пашков. 36/87; NTP 1870081239. Свердловск, 1989. – 153 с.
6. Пашков В.К., Виноградов В.Ф. Экспериментальные исследования сил резания во фрезерно-обрезном станке модели Ц2Д-1Ф // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА. СПб, 1991. – с 35 – 39.
7. Пашков В.К., Виноградов В.Ф. Тензометрирование сил резания во фрезерно-обрезных станках // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА. СПб, 1992. – с 41 – 44.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ANALYTICAL CALCULATIONS OF THE DESIGN PARAMETERS

Конструктивные параметры при проектировании каких-либо механизмов можно подбирать из данных натурного эксперимента, или рассчитывать с учетом поставленной задачи. Например, в предыдущей работе по оптимизации параметров ребра жесткости поршня пневмомотора серии ДАР [1] были приведены результаты аналитического расчета размеров ребра жесткости без тела поршня (трапециевидальное сечение ребра жесткости видно на рис.1). Правильно подобранные размеры ребра жесткости могут привести к уменьшению нормальных максимальных напряжений на 20%. В связи с необходимостью уточнения изложенных в статье [1] результатов в данной работе проведен расчет параметров ребра жесткости методом неопределенных множителей Лагранжа с учетом стенок поршня. Цель этого исследования – уменьшение изгибных деформаций стенок поршня.

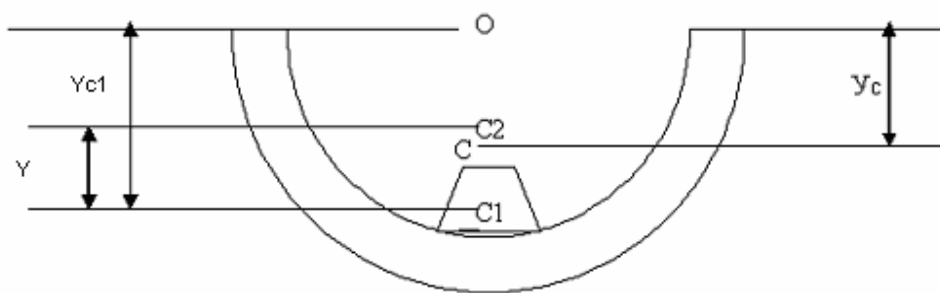


Рисунок 1 – Полное сечение поршня пневмомотора в средней его части

На рисунке 1 показано полное сечение поршня в той его части, где появляется наибольшая деформация изгиба в процессе эксплуатации; C_1 – центр тяжести трапеции, C_2 – центр тяжести полукольца, C – центр тяжести всего сечения, O – точка прохождения линии действия внешней силы P , Y – расстояние между центрами тяжести частей составного сечения; Y_{c1} , Y_c – расстояния между соответствующими точками. В работе пренебрегали сегментом между трапецией и стенкой поршня. Обозначим больший и меньший радиусы полукольца – R , R_1 , соответственно; верхнее основание трапеции – a , нижнее – b , высота трапеции – h , площади трапеции и полукольца S_1 , S_2 , соответственно. В этих обозначениях получаем

$$S_1 = (1/2)h(a + b); S_2 = (1/2)\pi (R^2 - R_1^2); Y_{c1} = (1/2)\sqrt{4R_1^2 - b^2} - (1/3)h(2a+b)/(a + b). \quad (1)$$

Расстояние между точками O и C получается равным

$$Y_c = (1/2)((1/2)(4R_1^2 - b^2)^{1/2} - (1/3)h(2a+b)/(a + b))h(a + b) + (2/3)(R^2 + RR_1 + R_1^2)(R^2 - R_1^2)/(R + R_1))/((1/2)h(a + b) + (1/2)\pi (R^2 - R_1^2)). \quad (2)$$

Используя известные формулы для моментов инерции трапеции I_1 и полукольца I_2 относительно своих центров тяжести:

$$I_1 = (h^3/36)(a^2 + 4ab + b^2)/(a + b)$$